

(2)



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 100 49 331 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 B 3/36  
H 04 L 5/06  
H 03 H 11/34  
// H04M 11/00

21 Aktenzeichen: 100 49 331.9-35  
22 Anmeldetag: 5. 10. 2000  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 6. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

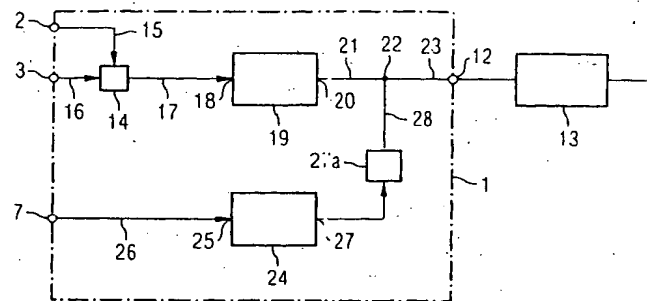
73 Patentinhaber:  
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE  
74 Vertreter:  
PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner, 80801  
München

72 Erfinder:  
Ferianz, Thomas, Glanegg, AT

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
ZOJER, B. KOBAN; R., PICHLER, J.: A broadband  
high-  
voltage SLIC for a Splitter-and Transformerless  
Combined ADSL-Lite/POTS Linecard. 9. Febr. 2000,  
Digest of Technical Papers, ISSCC 2000, S.304-305;

54 Breitbandtreiber

57 Breitbandtreiber für Signale, die in verschiedenen Fre-  
quenzbereichen übertragen werden, mit:  
(a) einer ersten Breitband-Treiberschaltung (19) zum Trei-  
ben von ersten Signalen mit Signalfrequenzen, die in ei-  
nem ersten Frequenzbereich liegen;  
(b) einer zweiten Breitband-Treiberschaltung (24) zum  
Treiben von zweiten Signalen mit Signalfrequenzen, die  
in einem zweiten Frequenzbereich liegen;  
(c) wobei mindestens einer der beiden Breitband-Treiber-  
schaltungen (19) eine frequenzabhängige Mitkopplungs-  
schaltung (44) zur Impedanzsynthese einer frequenzab-  
hängigen Ausgangsimpedanz ( $Z_{aus}$ ) der Breitband-Trei-  
berschaltung (19) aufweist und die Ausgangsimpedanz  
( $Z_{aus}$ ) in dem ersten Frequenzbereich und in dem zweiten  
Frequenzbereich unterschiedlich hoch ist.



DE 100 49 331 C 1

DE 100 49 331 C 1

- [0001] Die Erfindung betrifft einen Breitbandtreiber für Signale, die in verschiedenen Frequenzbereichen übertragen werden.
- 5 [0002] Aus ZOJER, B., KOBAN, R. PICHLER, J.: "A broadband highvoltage SLIC for a Splitter- and Transformerless Combined ADSL-Lite/POTS Linecard". 9. Februar 2000, Digest of Technical Papers, ISSCC 2000, S. 304–305, ist ein breitbandiger Hochspannungs-SLIC (SLIC: Subscriber line interface circuit) bekannt. Die SLIC-Schaltung besteht dabei aus einer ersten und zweiten Breitband-Treiberschaltung.
- 10 [0003] In vielen Kommunikationssystemen werden DC-Spannungen bzw. niederfrequente Signale und hochfrequente Signale über eine Signalleitung übertragen. Bei einem xDSL-Übertragungssystem werden über die Zweidraht-Telefonleitung sowohl hochfrequente Datensignale als auch niederfrequente Sprachsignale bzw. Gleichspannungen übertragen. Die DC-Spannungen bzw. Gleichspannungsanteile dienen zur Versorgung des Telefon-Endgeräts und zur Erzeugung von Klingel- bzw. Ruftönen. Diese übertragenen Gleichspannungen weisen oft Spannungsamplituden von mehr als 100 Volt auf. Dies macht eine sehr hohe Versorgungsspannung für die zugehörige Treiberschaltung notwendig. Demgegenüber
- 15 weisen die hochfrequenten Signalanteile zur Übertragung von Daten eine deutlich kleinere Spannungsamplitude auf. Aufgrund der niederohmigeren Lastimpedanz rufen die hochfrequenten Signalanteile jedoch große Versorgungsströme hervor, die der Leistungsversorgung zugehörigen Treiberschaltung entnommen werden. Dies führt zu sehr hohen Verlustleistungen in der Treiberschaltung, die bei Full-rate-ADSL-Systemen in Verbindung mit analogen Sprachfunktionen eine Integration der Treiberschaltung verhindert. Eine Treiberschaltung, die sowohl niederfrequente Signale mit hohen
- 20 Amplituden als auch hochfrequente Signale mit niedrigen Amplituden zur Übertragung über eine Übertragungsstrecke aufbereitet, ist nur schwierig zu realisieren, da hier gegensätzliche schaltungstechnische Anforderungen, wie beispielsweise hohe Spannungsamplituden einerseits und hohe Geschwindigkeit andererseits aufeinandertreffen.
- [0004] Bei den bisherigen Kommunikationssystemen werden daher verschiedene Treiberschaltungen für die niederfrequenten Signalanteile und die hochfrequenten Signalanteile zur Verfügung gestellt. Fig. 1 zeigt einen Treiber nach dem
- 25 Stand der Technik. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Treiber ist der Signalausgang einer niederfrequenten Hochspannungstreiberschaltung mit einer hohen Versorgungsspannung bis 150 Volt und der Signalausgang einer hochfrequenten treibbaren Treiberschaltung mit einer niedrigen Versorgungsspannung von 10 bis 30 Volt über einen Signalsplitter parallel geschaltet.
- [0005] Der Splitter besteht aus einem Tiefpaßfilter und einem Hochpaßfilter. Dabei ist das Tiefpaßfilter an den Ausgang der niederfrequenten Hochspannungstreiberschaltung geschaltet und das Hochpaßfilter HP an den Ausgang der
- 30 hochfrequenten Breitband-Treiberschaltung. Die niederfrequente Hochspannungstreiberschaltung erhält das zu übertragende Sprachsignal sowie die Gleichspannungen zur Versorgung des Endgeräts oder zur Erzeugung von Ruftönen. Die hochfrequente Breitband-Treiberschaltung erhält ein hochfrequentes Datensignal, beispielsweise ein xDSL-Datensignal, das durch das Hochpaßfilter HP gefiltert an die Übertragungsstrecke abgegeben wird. Bei der Übertragungsstrecke handelt es sich beispielsweise um eine Zweidraht-Telefonleitung. Die niederfrequente Hochspannungstreiberschaltung ist über das Tiefpaßfilter TP und die hochfrequente Breitband-Treiberschaltung ist über das Hochpaßfilter HP an einen Leitungsknoten K angeschlossen. Das Tiefpaßfilter TP und das Hochpaßfilter HP sind notwendig, da die beiden Treiberschaltungen Spannungstreiber mit einem niederohmigen Signalausgang sind. Das Hochpaßfilter HP und das Tiefpaßfilter
- 35 TP des Signalsplitters verhindern so, dass die Signalausgänge der beiden Treiberschaltungen kurzgeschlossen werden. Das Tiefpaßfilter TP und das Hochpaßfilter HP sind Filter höherer Ordnung zur scharfen Signaltrennung. Der Splitter muß hohe Anforderungen bezüglich Linearität und Güte erfüllen. Die Filter des Splitters sind aus passiven Bauelementen aufgebaut. Das Tiefpaßfilter kann dabei nicht als RC-Filter aufgebaut werden, da diese zu hohe Leistungsverluste aufweisen. Das Tiefpaßfilter TP wird daher aus Induktivitäten L und Kapazitäten C aufgebaut, wobei insbesondere die Induktivitäten L schaltungstechnisch nur sehr aufwendig realisierbar und darüber hinaus nicht integrierbar sind. Demzufolge herkömmliche Splitter relativ groß und nur kostenintensiv herstellbar.
- 40 [0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Breitbandtreiber für Signale, die in verschiedenen Frequenzbereichen übertragen werden, zu schaffen, der schaltungstechnisch einfach realisierbar ist.
- [0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Breitbandtreiber mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.
- 50 [0008] Die Erfindung schafft einen Breitbandtreiber für Signale, die in verschiedenen Frequenzbereichen übertragen werden, mit einer ersten Breitband-Treiberschaltung zum Treiben von ersten Signalen mit Signalfrequenzen, die in einem ersten Frequenzbereich liegen, einer zweiten Breitband-Treiberschaltung zum Treiben von zweiten Signalen mit Signalfrequenzen, die in einem zweiten Frequenzbereich liegen,
- 55 wobei mindestens eine der beiden Breitband-Treiberschaltungen eine frequenzabhängiger Mitkopplungsschaltung zur Impedanzsynthese einer frequenzabhängigen Ausgangsimpedanz der Breitband-Treiberschaltung aufweist und die Ausgangsimpedanz in dem ersten Frequenzbereich und in dem zweiten Frequenzbereich unterschiedlich hoch ist.
- [0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers ist die erste Breitband-Treiberschaltung zum Treiben niederfrequenter Sprachsignale, niederfrequenter Klingelsignale und von Gleichspannungssignalen vorgesehen.
- 60 [0010] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Breitband-Treiberschaltung zum Treiben hochfrequenter Datensignale vorgesehen.
- [0011] Der ersten Breitband-Treiberschaltung ist vorzugsweise eine Signal-Vorverstärkerschaltung vorgeschaltet.
- [0012] Bei einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers koppelt die Mitkopplungsschaltung einen Signalausgang der ersten Breitband-Treiberschaltung an einen Signaleingang der ersten Breitband-Treiberschaltung.
- 65 [0013] Bei einer zweiten alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers koppelt die Mitkopplungsschaltung den Signalausgang der ersten Breitband-Treiberschaltung an einen Signaleingang der Signal-Vor-

verstärkerschaltung.

[0014] Die Mitkopplungsschaltung weist vorzugsweise eine komplexe Impedanz auf.

[0015] Die Mitkopplungsschaltung enthält dabei vorzugsweise einen Kondensator.

[0016] Die komplexe Impedanz der Mitkopplungsschaltung sinkt vorzugsweise mit zunehmender Frequenz des mitgekoppelten Signals.

[0017] Die Breitband-Treiberschaltungen sind bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers voll-differentiell aufgebaut.

[0018] Die Signalvorverstärkerschaltung ist vorzugsweise voll-differentiell aufgebaut.

[0019] Die Signalausgänge der beiden Breitband-Treiberschaltungen sind vorzugsweise parallel geschaltet und über einen Signalausgang des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers an einen Übertragungskanal angeschlossen.

[0020] Bei dem Übertragungskanal handelt es sich vorzugsweise um eine Zweidraht-Telefonleitung.

[0021] Dem Signalausgang der zweiten Breitband-Treiberschaltung ist vorzugsweise ein Trafoschaltung nachgeschaltet.

[0022] Bei dem hochfrequenten Datensignal, das durch die zweite Breitband-Treiberschaltung getrieben wird, handelt es sich vorzugsweise um ein xDSL-Datensignal, insbesondere ein ADSL-Datensignal.

[0023] Im weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

[0024] Es zeigen:

[0025] Fig. 1 einen Treiber nach dem Stand der Technik;

[0026] Fig. 2 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Breitbandtreibers;

[0027] Fig. 3 ein Schaltungsdiagramm einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers;

[0028] Fig. 4 einen Ausgangsimpedanzverlauf der ersten Breitband-Treiberschaltung zum Treiben niederfrequenter Signale bei der in Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers;

[0029] Fig. 5 eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers mit voll-differentiell aufgebauten Schaltungskomponenten.

[0030] Wie man aus Fig. 2 erkennen kann, weist der erfindungsgemäße Breitbandtreiber 1 einen ersten Signaleingang 2 zum Empfang von Gleichspannungs-Signalanteilen und Klingelsignalen und einen zweiten Signaleingang 3 zum Empfang niederfrequenter Sprachsignale.

[0031] Der erfindungsgemäße Breitbandtreiber 1 besitzt einen weiteren Signaleingang 7 zum Empfang eines hochfrequenten Datensignals, insbesondere eines xDSL-Datensignals.

[0032] Der erfindungsgemäße Breitbandtreiber 1 weist einen Signalausgang 12 auf, der an eine Übertragungskanal 13, beispielsweise eine Zweidraht-Telefonleitung, angeschlossen ist.

[0033] Der Breitbandtreiber 1 enthält eine Summationsschaltung 14, die über Leitungen 15, 16 mit den beiden ersten Signaleingängen 2, 3 verbunden ist und die Gleichspannungsanteile bzw. niederfrequenten Klingeltöne, die an dem ersten Signaleingang 2 anliegen, und die niederfrequenten Sprachsignale, die an dem zweiten Signaleingang 3 anliegen, addiert und überlagert über eine Leitung 17 an einen Signaleingang 18 einer ersten Breitband-Treiberschaltung 19 innerhalb des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers 1 abgibt. Die erste Breitband-Treiberschaltung 19 dient zum Treiben der niederfrequenten Signale, deren Signalfrequenzen in einem ersten niedrigen Frequenzbereich liegen. Die erste Breitband-Treiberschaltung 19 weist einen Signalausgang 20 auf, der über eine Leitung 21 mit einem Knoten 22 verbunden ist. Der Signalknoten 22 liegt über eine interne Leitung 23 an dem Signalausgang 12 des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers 1 an.

[0034] Der Breitbandtreiber 1 besitzt ferner eine zweite Breitband-Treiberschaltung 24, deren Signaleingang 25 über eine Leitung 26 an dem dritten Signaleingang 7 des Breitbandtreibers 1 zum Empfang der hochfrequenten Datensignale anliegt. Die zweite Breitband-Treiberschaltung 24 besitzt ferner einen Signalausgang 27, der über ein Hochpassfilter 27a und über eine Leitung 28 an dem Knoten 22 angeschlossen ist. Die beiden Signalausgänge 20, 27 der ersten und zweiten Breitband-Treiberschaltung 19, 24 sind parallel an die Übertragungsstrecke angeschlossen.

[0035] Die erste Breitband-Treiberschaltung 19 dient zum Treiben der niederfrequenten Sprachsignale, der Gleichspannungsanteile sowie der niederfrequenten Ruftöne, deren Signalfrequenzen in einem ersten niedrigen Frequenzbereich liegen. Die parallel geschaltete zweite Breitband-Treiberschaltung 24 ist zum Treiben von hochfrequenten Datensignalen vorgesehen, deren Signalfrequenzen in einem zweiten höheren Frequenzbereich liegen. Dabei weist mindestens eine der beiden Breitband-Treiberschaltungen 19, 24 eine frequenzabhängige Mitkopplungsschaltung zur Impedanzsynthese einer frequenzabhängigen Ausgangsimpedanz der Breitband-Treiberschaltung auf. Die durch die Mitkopplungsschaltung erzeugte frequenzabhängige Ausgangsimpedanz einer der beiden Breitband-Treiberschaltungen 19, 24 ist dabei in dem ersten Frequenzbereich und dem zweiten Frequenzbereich unterschiedlich.

[0036] Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers, bei der die erste Breitband-Treiberschaltung 19 eine frequenzabhängige Ausgangsimpedanz aufweist, die in einem niedrigen Frequenzbereich niedrig ist und in einem hohen Frequenzbereich hoch ist.

[0037] Die erste Breitband-Treiberschaltung 19 enthält einen Eingangswiderstand 29, der an den Signaleingang 18 angeschlossen ist. Der Eingangswiderstand 29 liegt über eine Leitung 30 an einem nicht-invertierenden Eingang 31 eines Operationsverstärkers 32 an. Der Operationsverstärker 32 wird über Versorgungsspannungsanschlüsse 33, 34 mit einer Versorgungsspannung  $V_{DDA}$ ,  $V_{SSA}$  versorgt. Zum Treiben der hochfrequenten Gleichspannungsanteile beträgt die Versorgungsspannung des Operationsverstärkers 32 mehr als 140 Volt. Der Operationsverstärker 32 besitzt einen Signalausgang 35, der über eine Leitung 36 mit einem Ausgangswiderstand 37 der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 verbunden ist. An einem Verzweigungsknoten 38 ist der Signalausgang 35 des Operationsverstärkers 32 über eine Gegenkopplungsleitung 39 mit einem invertierenden Signaleingang 40 des Operationsverstärkers 32 verbunden. Der Ausgangswiderstand 37 ist über eine Leitung 41 mit dem Signalausgang 20 der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 verbunden. Dabei ist der Signalausgang 20 über eine Mitkopplungsleitung 42 mit einem Signaleingang 43 einer Mitkopplungsschaltung 44 verbunden. Die Mitkopplungsschaltung 44 besitzt einen Signalausgang 45, der über eine Leitung 46 an einem

Knoten 47 mit der Leitung 30 verbunden ist. Die Mitkopplungsschaltung 44 bewirkt eine Impedanzsynthese der Ausgangsimpedanz der ersten Breitband-Treiberschaltung 19. Aufgrund der Impedanzsynthese weist die erste Breitband-Treiberschaltung eine frequenzabhängige Ausgangsimpedanz auf. Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform koppelt die Mitkopplungsschaltung 44 den Signalausgang 20 der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 an den Signaleingang der ersten Breitband-Treiberschaltung 19. Die Mitkopplungsschaltung 44 weist eine komplexe Impedanz auf. Dabei besteht die Mitkopplungsschaltung 44 bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform aus einem Kondensator mit einer komplexen Impedanz, die mit zunehmender Signalfrequenz sinkt.

[0038] Die Ausgangsimpedanz des Signalausgangs 20 der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 beträgt:

$$Z_{\text{aus}} = R_{37} \frac{1 + j2\pi f C_{44} * R_{29}}{1 + j2\pi f C_{44} * R_{37}} \quad (1)$$

wobei

$C_{44}$  die Kapazität des Mitkopplungskondensators 44,

$R_{29}$  der Widerstand des Eingangswiderstandes 29, und

$R_{37}$  der Widerstand des Ausgangswiderstandes 37 ist.

[0039] Fig. 4 zeigt den Frequenzgang der Ausgangsimpedanz  $Z_{\text{aus}}$  der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 in dem in Fig. 3 dargestellten erfindungsgemäßen Breitbandtreiber 1. Die Ausgangsimpedanz  $Z_{\text{aus}}$  und die Frequenz  $f$  sind dabei logarithmisch dargestellt. Bis zu einer unteren Grenzfrequenz  $f_u$  der Ausgangsimpedanz zeigt  $Z_{\text{aus}}$  im wesentlichen den Wert des Ausgangswiderstandes  $R_{37}$ . Zwischen der unteren Grenzfrequenz  $f_u$  und einer oberen Grenzfrequenz  $f_o$  steigt die Ausgangsimpedanz  $Z_{\text{aus}}$  stark an und weist oberhalb der oberen Grenzfrequenz  $f_o$  einen Widerstandswert auf, der im wesentlichen dem Widerstand des Eingangswiderstandes 29 entspricht.

[0040] Für die obere und untere Grenzfrequenz gilt:

$$f_u = \frac{1}{2\pi C_{44} \cdot R_{29}} \quad (2)$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi C_{44} \cdot R_{37}} \quad (3)$$

[0041] Bei xDSL-Anwendungen des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers 1 beträgt die untere Grenzfrequenz  $f_u$  etwa 14 kHz und die obere Grenzfrequenz  $f_o$  etwa 138 kHz. Der Eingangswiderstand des Widerstandes 29 beträgt typischerweise etwa 5 bis 10 k $\Omega$ , während der Widerstand des Ausgangswiderstandes 37 bei etwa 200  $\Omega$  liegt. Die Kapazität des Mitkopplungskondensators 44 liegt im Nanofarad-Bereich. Die hohe Ausgangsimpedanz  $Z_{\text{aus}}$  im hohen Frequenzbereich verhindert einen Kurzschluß mit dem in diesem Frequenzbereich niederohmigen Signalausgang der zweiten Breitband-Treiberschaltung 24.

[0042] Wie man aus Fig. 3 erkennen kann, enthält der erfindungsgemäße Breitbandtreiber der dort dargestellten bevorzugten Ausführungsform eine zweite Breitband-Treiberschaltung 24 für die hochfrequenten xDSL-Datensignale. Der Signaleingang 25 der zweiten Breitband-Treiberschaltung 24 ist über eine Leitung 48 mit dem nicht-invertierenden Signaleingang 49 eines Operationsverstärkers 50 verbunden. Der Operationsverstärker 50 erhält über Versorgungsspannungsanschlüsse 51, 52 eine Versorgungsspannung  $V_{\text{DDb}}$ ,  $V_{\text{SSb}}$ . Die Versorgungsspannung liegt dabei vorzugsweise in einem Bereich von 10 bis 30 Volt. Der Operationsverstärker 50 weist einen Signalausgang 53 auf, der über eine Signalleitung 54 an einen Ausgangswiderstand 25a angeschlossen ist. Bei einem Verzweigungsknoten 55 ist der Signalausgang 53 des Operationsverstärkers 50 über eine Koppelleitung 56 mit einem invertierenden Signaleingang 57 des Operationsverstärkers 50 verbunden. Die zweite Breitband-Treiberschaltung 24 enthält ferner einen Kondensator 58, der über einen Ausgangswiderstand 25a an den Signalausgang 27 der Breitband-Treiberschaltung 24 angeschlossen ist. Der Kondensator 58 wirkt als analoges Hochpaßfilter für die hochfrequenten Datensignale.

[0043] Die beiden Operationsverstärker 32, 50 der beiden Breitband-Treiberschaltungen 19, 24 sind beide breitbandig aufgebaut. Der Operationsverstärker 50 benötigt beispielsweise zum Treiben von ADSL-Datensignalen eine Signalbandbreite von etwa 1,1 MHz. Für die Impedanzsynthese weist der Operationsverstärker 32 der ersten Breitband-Treiberschaltung ebenfalls eine derartig hohe Signalbandbreite von etwa 1,1 MHz auf. Darüber hinaus besitzen die beiden Operationsverstärker 32, 50 vorzugsweise eine Linearität von über 65 dB.

[0044] Fig. 5 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Breitbandtreibers 1. Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform sind die wesentlichen Schaltungskomponenten voll-differentiell aufgebaut. Darüber hinaus koppeln die Mitkopplungsschaltungen 44a, 44b die Signalausgänge 20a, 20b der ersten Breitband-Treiberschaltung an einen Signalknoten 72a, 72b einer Signal-Vorverstärkerschaltung 60. An dem Signaleingang 59 der Signal-Vorverstärkerschaltung 60 liegen die niederfrequenten Sprachsignale, die niederfrequenten Klingelsignale sowie die Gleichspannungssignale an. Die Signal-Vorverstärkerschaltung 60 enthält einen voll-differentiell aufgebauten Operationsverstärker 61 mit einem nicht-invertierenden Signaleingang 62, einem invertierenden Signaleingang 63, einem Gleichtaktseingang 64, einem invertierten Signalausgang 65 und einem nicht-invertierten Signalausgang 66. Darüber hinaus wird der voll-differentiell aufgebaute Operationsverstärker 61 über Versorgungsspannungsanschlüsse 67, 68 mit einer Versorgungsspannung  $V_{\text{DD}}$ ,  $V_{\text{SS}}$  versorgt. Die angelegte Gleichtaktspannung beträgt vorzugsweise  $(V_{\text{DD}} + V_{\text{SS}})/2$ . An den Signaleingängen 59a, 59b der Signal-Vorverstärkerschaltung 60 sind Eingangswiderstände 69a, 69b vorgesehen, die über Leitungen 70a, 70b mit den Eingängen 62, 63 des Operationsverstärkers 61 verbunden sind. Die Si-

gnal-Vorverstärkerschaltung 60 enthält ferner Gegenkopplungswiderstände 71a, 71b. Der Ausgang 45a, 45b der Mitkopplungsschaltungen 44a, 44b ist über Leitungen 46a, 46b und über Signalknoten 72a, 72b an die Leitungen 70a, 70b angeschlossen. An Signalknoten 73a, 73b sind die Gegenkopplungswiderstände 71a, 71b über Leitungen 74a, 74b mit den Signalknoten 73a, 73b verbunden. Die Gegenkopplungswiderstände 71a, 71b sind ferner über Leitungen 75a, 75b mit den nicht-invertierenden Signaleingängen 31a, 31b der Operationsverstärker 32a, 32b der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 verbunden. Der invertierende Signalausgang 65 des voll-differentiellen Operationsverstärkers 61 liegt über eine Leitung 76a und einem Knoten 77a an der Verbindungsleitung 75a an. Der nicht-invertierende Signalausgang 66 des Operationsverstärkers 61 liegt über eine Leitung 76b und einen Knoten 77b an der Verbindungsleitung 75b an. [0045] Die Signalverstärkung der Signal-Vorverstärkerschaltung 60 wird über die Widerstände 69, 71 eingestellt. Die Signalverstärkung V beträgt dabei:

$$V = R_{71}/R_{69} \quad (4)$$

Solange  $f \leq f_u$ .

[0046] Die Mitkopplungsschaltung 44a bzw. 44b besteht bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform aus einer Reihenschaltung eines Kondensators 78 und eines Widerstandes 79.

[0047] Für den Ausgangswiderstand der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 zwischen den Signalausgängen 20a, 20b gilt:

$$Z_{\text{aus}} = Z_{\text{ausa}} + Z_{\text{ausb}} = (R_{37a} + R_{37b}) \cdot \frac{1 + j2\pi f C_{78a} \cdot R_{79a}}{1 + j2\pi f C_{78a} (R_{37a} + R_{37b} + R_{79a} - R_{71a})} \quad (5)$$

[0048] Aufgrund der Mitkopplung des Signalausgangs der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 auf den Signaleingang der Signal-Vorverstärkerschaltung 60, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, sind Unsymmetrien zwischen den Bauelementen, die beispielsweise aufgrund des Herstellungsprozesses entstehen, sehr viel besser tolerierbar als bei einer Rückkopplung des Signalausgangs 20 der ersten Breitband-Treiberschaltung 19 auf den Signaleingang 31a, 31b der Breitband-Treiberschaltung 19. Die Auswirkungen einer Unsymmetrie werden durch die Gleichtaktunterdrückung an dem Eingang des Operationsverstärkers 61 um den Wert der Eingangsgleichtaktunterdrückung verringert.

[0049] Die zweite Breitband-Treiberschaltung 24 für die hochfrequenten Datensignale ist bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform voll-differentiell aufgebaut, wobei die Signalausgänge 53a, 53b der Operationsverstärker 50a, 50b jeweils über Rückkopplungswiderstände 80a, 80b mit den invertierenden Signaleingängen 57a, 57b verbunden sind. Darüber hinaus sind die invertierenden Signaleingänge 57a, 57b und die Operationsverstärker 50a, 50b über einen Widerstand 80c miteinander verbunden.

[0050] Ausgangsseitig ist die zweite Breitband-Treiberschaltung 24 über eine Trafoschaltung 81 an den Signalausgang 12a, 12b des Breitbandtreibers 1 geschaltet. Die Trafoschaltung 81 besteht aus einer Primärspule 82, deren Eingänge an die Widerstände 25a, 25b angeschlossen sind, und zwei Sekundärspulen 83a, 83b, die über Leitungen 84a, 84b mit dem Signalausgang 12a, 12b und die über einen Kondensator 85 miteinander verbunden sind. Die Trafoschaltung 81 besitzt ein Übersetzungsverhältnis n. Durch entsprechende Einstellung des Übersetzungsverhältnisses n kann die Versorgungsspannung für die zweite Breitband-Treiberschaltung 24 verringert werden, wodurch die zweite Breitband-Treiberschaltung 24 in einer schnelleren Technologie aufgebaut werden kann. Die Widerstände 37a, 37b und die Widerstände 25a, 25b dienen der Anpassung an die Übertragungsstrecke bzw. der Leitungsanpassung.

[0051] Anstatt der Trafoschaltung 81 kann den Widerständen 25a, 25b wie in Fig. 3 jeweils ein Kondensator 58 nachgeschaltet werden.

[0052] Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform sind alle Bauelemente symmetrisch aufgebaut, d. h. sie erfüllen folgende Bedingung:

$$R_{1a} = R_{1b}$$

$$C_{1a} = C_{1b} \quad (6)$$

[0053] Wie man aus den Fig. 3 und 4 erkennen kann, enthält der erfindungsgemäße Breitbandtreiber 1 keinerlei Induktivitäten, so dass er schaltungstechnisch mit Ausnahme der Kondensatoren 44, 78a, 78b in einfacher Weise integrierbar ist. Die Kondensatoren 44, 78a, 78b weisen eine sehr hohe Spannungsfestigkeit von über 100 Volt auf.

[0054] Bei weiteren Ausführungsformen kann mittels Rückkopplung der Ausgangswiderstand der zweiten Breitband-Treiberschaltung aufgrund von Impedanzsynthese erzeugt werden.

[0055] Der erfindungsgemäße Breitbandtreiber 1 eignet sich insbesondere für den Einsatz von niederfrequenten Sprachsignalen und hochfrequenten xDSL-Datensignalen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Breitbandtreiber
- 2 Signaleingang
- 3 Signaleingang
- 7 Signaleingang
- 12 Signalausgang

- 13 Übertragungskanal
- 14 Summationsschaltung
- 15 Leitung
- 16 Leitung
- 5 17 Leitung
- 18 Signaleingang
- 19 erste Breitband-Treiberschaltung
- 20 Signalausgang
- 21 Leitung
- 10 22 Knoten
- 23 Leitung
- 24 zweite Breitband-Treiberschaltung
- 25 Signaleingang
- 25a Ausgangswiderstand
- 15 26 Leitung
- 27 Signalausgang
- 27a Hochpassfilter
- 28 Leitung
- 29 Eingangswiderstand
- 20 30 Leitung
- 31 nicht-invertierender Eingang
- 32 Operationsverstärker
- 33 Versorgungsspannungsanschlüsse
- 34 Versorgungsspannungsanschlüsse
- 25 35 Signalausgang
- 36 Leitung
- 37 Ausgangswiderstand
- 38 Verzweigungsknoten
- 39 Gegenkopplungsleitung
- 30 40 Invertierender Signaleingang
- 41 Leitung
- 42 Mitkopplungsleitung
- 43 Signaleingang
- 44 Mitkopplungsschaltung
- 35 45 Ausgang
- 46 Leitung
- 47 Knoten
- 48 Leitung
- 49 nicht-invertierender Signaleingang
- 40 50 Operationsverstärker
- 51 Versorgungsspannungsanschluss
- 52 Versorgungsspannungsanschluss
- 53 Signalausgang
- 54 Signalleitung
- 45 55 Verzweigungsknoten
- 56 Koppelleitung
- 57 invertierender Signaleingang
- 58 Kondensator
- 59 Signaleingang
- 50 60 Signalvorverstärkerschaltung
- 61 voll-differenziell aufgebauter Operationsverstärker
- 62 nicht-invertierender Signaleingang
- 63 invertierender Signaleingang
- 64 Gleichtaktsignaleingang
- 55 65 invertierender Signalausgang
- 66 nicht-invertierender Signalausgang
- 67 Versorgungsspannungsanschluss
- 68 Versorgungsspannungsanschluss
- 69 Eingangswiderstand
- 60 70 Leitung
- 71 Gegenkopplungswiderstand
- 72 Signalknoten
- 73 Signalknoten
- 74 Leitung
- 65 75 Leitung
- 76 Leitung
- 77 Knoten
- 78 Kondensator

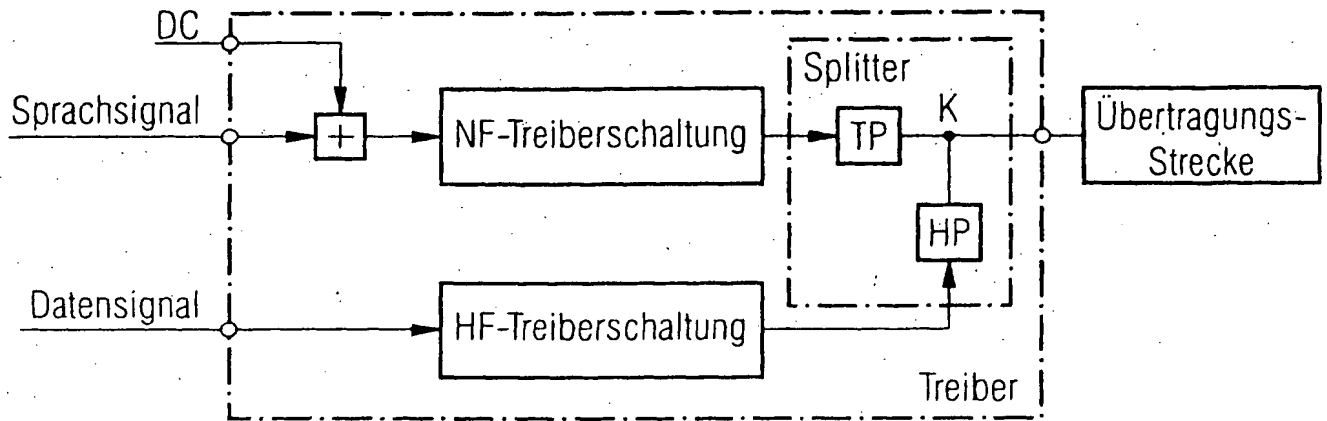
79 Widerstand  
 80 Widerstand  
 81 Trafoschaltung  
 82 Primärspule  
 83 Sekundärspule  
 84 Leitung  
 85 Kondensator

# Patentansprüche

1. Breitbandtreiber für Signale, die in verschiedenen Frequenzbereichen übertragen werden, mit:
  - (a) einer ersten Breitband-Treiberschaltung (19) zum Treiben von ersten Signalen mit Signalfrequenzen, die in einem ersten Frequenzbereich liegen;
  - (b) einer zweiten Breitband-Treiberschaltung (24) zum Treiben von zweiten Signalen mit Signalfrequenzen, die in einem zweiten Frequenzbereich liegen;
  - (c) wobei mindestens einer der beiden Breitband-Treiberschaltungen (19) eine frequenzabhängige Mitkopplungsschaltung (44) zur Impedanzsynthese einer frequenzabhängigen Ausgangsimpedanz ( $Z_{\text{aus}}$ ) der Breitband-Treiberschaltung (19) aufweist und die Ausgangsimpedanz ( $Z_{\text{aus}}$ ) in dem ersten Frequenzbereich und in dem zweiten Frequenzbereich unterschiedlich hoch ist.
2. Breitbandtreiber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Breitband-Treiberschaltung (19) zum Treiben niederfrequenter Sprachsignale, niederfrequenter Klingelsignale und von Gleichspannungssignalen vorgesehen ist.
3. Breitbandtreiber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Breitband-Treiberschaltung (24) zum Treiben hochfrequenter Datensignale vorgesehen ist.
4. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Breitband-Treiberschaltung (19) eine Signal-Vorverstärkerschaltung (60) vorgeschaltet ist.
5. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mitkopplungsschaltung (44) einen Signalausgang (20) der ersten Breitband-Treiberschaltung (19) an einen Signaleingang der ersten Breitband-Treiberschaltung (19) koppelt.
6. Breitbandtreiber nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mitkopplungsschaltung (44) den Signalausgang (20) der ersten Breitband-Treiberschaltung (19) an einen Signaleingang der Signal-Vorverstärkerschaltung (60) koppelt.
7. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mitkopplungsschaltung (44) eine komplexe Impedanz aufweist.
8. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mitkopplungsschaltung (44) einen Kondensator aufweist.
9. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die komplexe Impedanz der Mitkopplungsschaltung (44) mit zunehmender Signalfrequenz sinkt.
10. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breitband-Treiberschaltungen (19, 24) voll-differentiell aufgebaut sind.
11. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche 4–10, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalvorverstärkerschaltung (60) voll-differentiell aufgebaut ist.
12. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalausgänge (20, 27) der beiden Breitband-Treiberschaltungen (19, 24) parallel geschaltet sind und über einen Signalausgang (12) des Breitbandtreibers (1) an einen Übertragungskanal (13) angeschlossen sind.
13. Breitbandtreiber nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Übertragungskanal (13) eine Zweidraht-Telefonleitung ist.
14. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Signalausgang der zweiten Breitband-Treiberschaltung (24) eine Trafoschaltung (81) nachgeschaltet ist.
15. Breitbandtreiber nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das hochfrequente Datensignal ein xDSL-Signal ist.
16. Breitbandtreiber nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das hochfrequente Datensignal ein ADSL-Datensignal ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**FIG 1**  
Stand der Technik



**FIG 2**

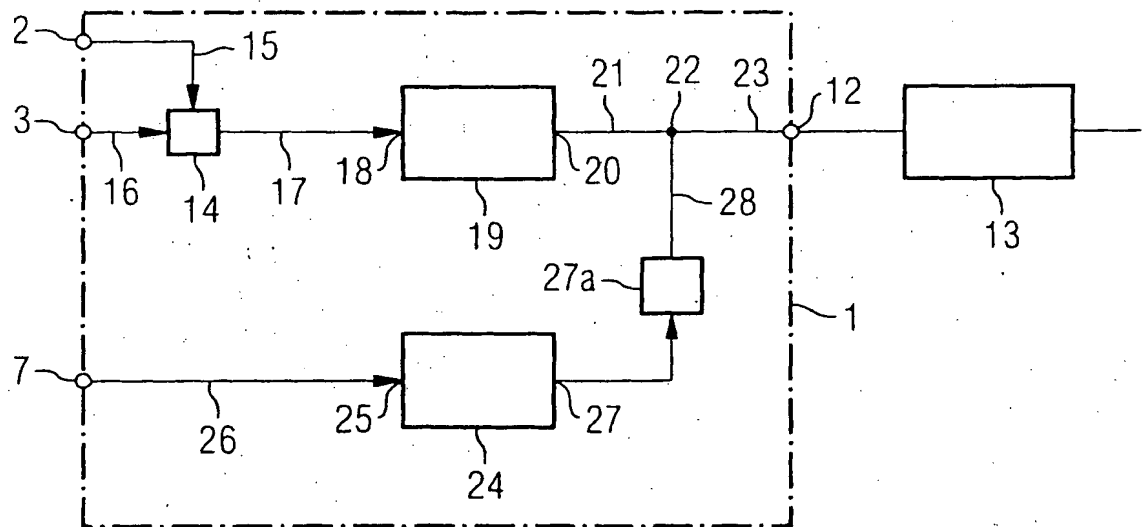




FIG 3

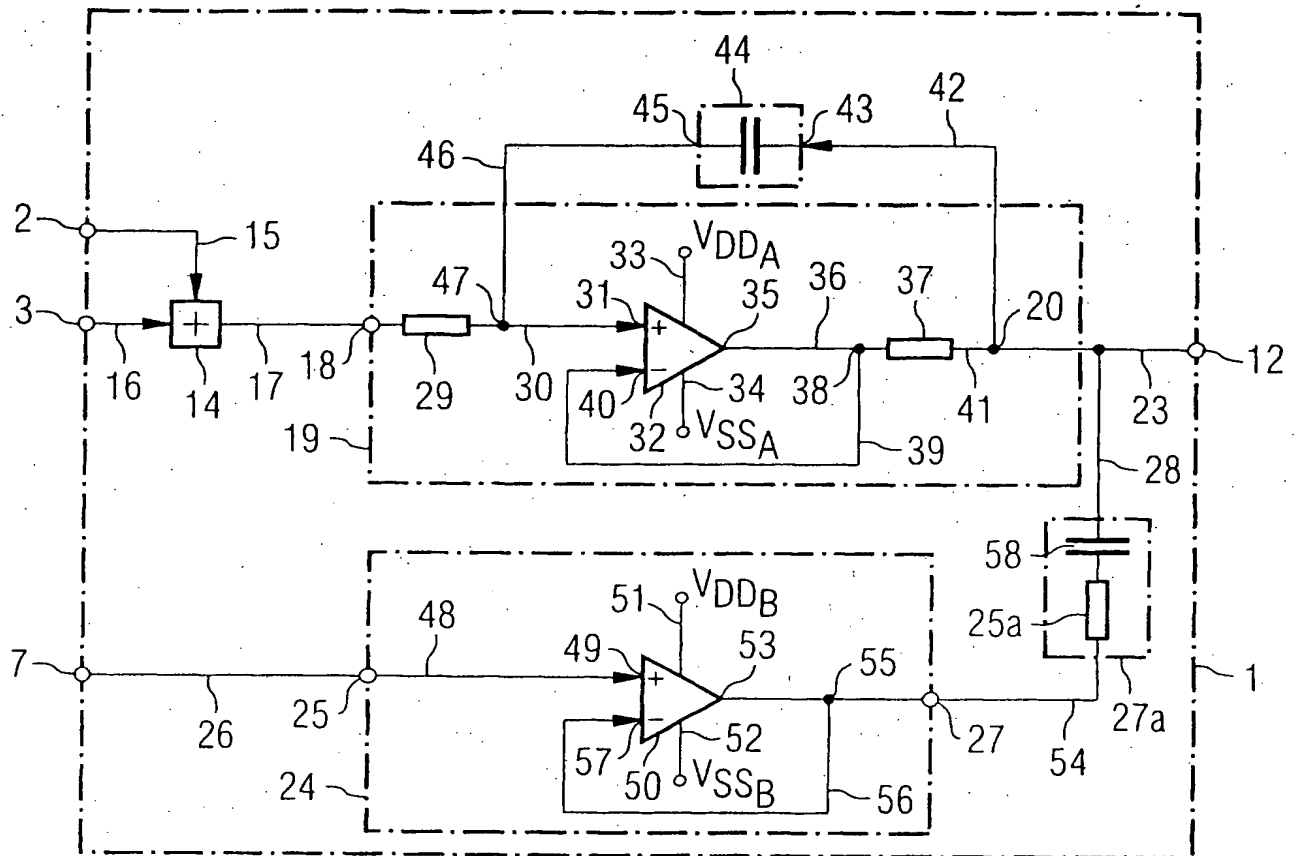


FIG 4

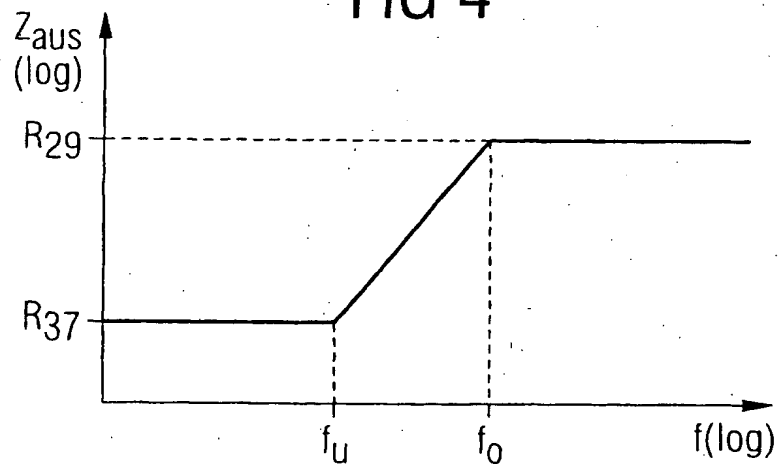


FIG 5

